

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号

特表平11-510968

(43) 公表日 平成11年(1999) 9月21日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

H 0 1 L 33/00

H 0 1 L 33/00

C

G 0 9 F 9/00

G 0 9 F 9/00

3 5 4

9/30

9/30

D

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求(全 29 頁)

(21) 出願番号 特願平10-501390
 (86) (22) 出願日 平成9年(1997) 5月28日
 (85) 翻訳文提出日 平成10年(1998) 2月12日
 (86) 国際出願番号 P C T / I B 9 7 / 0 0 6 0 6
 (87) 国際公開番号 W O 9 7 / 4 8 1 3 8
 (87) 国際公開日 平成9年(1997) 12月18日
 (31) 優先権主張番号 0 8 / 6 6 1 , 5 2 0
 (32) 優先日 1996年6月11日
 (33) 優先権主張国 米国 (U S)
 (81) 指定国 E P (A T , B E , C H , D E ,
 D K , E S , F I , F R , G B , G R , I E , I T , L
 U , M C , N L , P T , S E) , J P

(71) 出願人 フィリップス エレクトロニクス ネムロー
 ゼ フェンノートシャップ
 オランダ国 5621 ベーアー アイन्दー
 フェン フルーネヴァウツウェッハ 1
 (72) 発明者 メンズ ピオトロ エム
 オランダ国 5656 アーアー アイन्दー
 フェン プロフ ホルストラーン 6
 (72) 発明者 スタントン ダグラス エイ
 オランダ国 5656 アーアー アイन्दー
 フェン プロフ ホルストラーン 6
 (72) 発明者 タスカル ニクヒル
 オランダ国 5656 アーアー アイन्दー
 フェン プロフ ホルストラーン 6
 (74) 代理人 弁理士 杉村 暁秀 (外5名)

(54) 【発明の名称】 紫外発光ダイオード及び紫外励起可視光放射蛍光体を含む可視発光ディスプレイ及び該デバイスの製造方法

(57) 【要約】

紫外励起蛍光体をGaNを主成分とする紫外発光ダイオード(LED)で光ポンピングすることにより発光ディスプレイ及びランプを構成する。共振空洞をLED構造内に組み込み、発光スペクトルを狭く高くする。異なる色の個別のLED-蛍光体組合せデバイスのアレイでカラーディスプレイを構成する。このようなLEDポンピング蛍光体デバイスは真空環境を必要とせず、且つ電子ビームで蛍光スクリーンをポンピングする陰極線管(CRT)よりも遥に低い電圧で動作する。

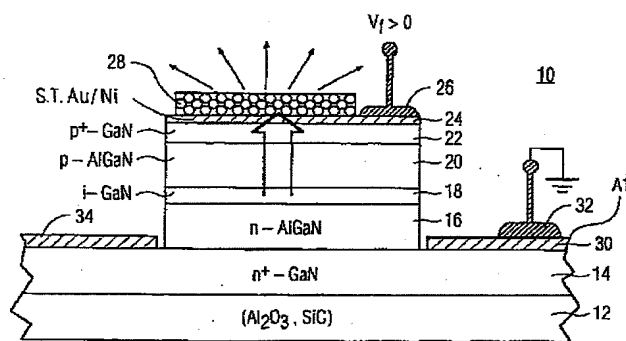


FIG. 1

【特許請求の範囲】

1. 1つ以上の紫外励起可視光放射蛍光体からなる蛍光スクリーンと、該蛍光スクリーンからの可視光放射を励起する紫外線源とを具える可視発光デバイスにおいて、前記紫外線源がGaNを主成分とする少なくとも1つの発光ダイオード(LED)からなることを特徴とする可視発光デバイス。
2. 前記LEDは単結晶基板上的多層エピタキシャル構造であり、該構造は基板上的第1導電型の第1のGaN接点層と、該接点層上の第1導電型の第1の $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ クラッド層と、該第1のクラッド層上の $\text{Al}_y\text{Ga}_{1-y}\text{N}$ の活性層と、該活性層上の第2導電型の第2の $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ クラッド層と、該第2のクラッド層上の第2導電型の第2のGaN接点層と、該第2の接点層の上面上の上部金属接点層とを具えることを特徴とする請求項1記載の発光デバイス。
3. 第1導電型がn型であり、第2導電型がp型であることを特徴とする請求項2記載の発光デバイス。
4. 第1の接点層がn+型GaNであり、第1のクラッド層がn型の $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ であり、第2のクラッド層がp型の $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ であり、第2の接点層がp+型GaNであることを特徴とする請求項3記載の発光デバイス。
5. 活性領域がシングル量子井戸構造を具えることを特徴とする請求項2記載の発光デバイス。
6. 活性領域がマルチ量子井戸構造を具えることを特徴とする請求項2記載の発光デバイス。
7. 基板が可視光に対し透過性であることを特徴とする請求項2記載の発光デバイス。
8. 基板がサファイヤ、炭化シリコン又は酸化亜鉛からなる群から選ばれた材料からなることを特徴とする請求項7記載の発光デバイス。
9. 蛍光スクリーンを基板の上に、又は基板に隣接して設けたことを特徴とする請求項7記載の発光デバイス。

10. 上部金属接点層が可視光に対し透過性であることを特徴とする請求項2記載の発光デバイス。
11. 蛍光スクリーンを上部接点層の上に、又は上部接点層に隣接して設けたことを特徴とする請求項10記載の発光デバイス。
12. 前記LEDが共振空洞(RC)を含むことを特徴とする請求項2記載の発光デバイス。
13. 共振空洞が一方のクラッド層とその接点層との間に位置する少なくとも1つの分布型ブラッグレフレクタ(DBR)領域により定められることを特徴とする請求項12記載の発光デバイス。
14. 第2のDBR領域が他方のクラッド層とその接点層との間に位置することを特徴とする請求項13記載の発光デバイス。
15. 前記DBR領域がn型クラッド層とn+型接点層との間に位置し、上部金属接点層の底面が紫外反射性であることを特徴とする請求項13記載の発光デバイス。
16. 蛍光スクリーンが蛍光素子のアレイを具えることを特徴とする請求項1記載の発光デバイス。
17. 前記アレイは赤、緑及び青発光蛍光体の平行ストライプのトリプレットの反復パターンを具えることを特徴とする請求項16記載の発光デバイス。
18. 前記紫外線源が、スクリーンに隣接してスクリーンに向け配置され且つ蛍光ストライプを横切る方向に延在する1行のLEDを具えることを特徴とする請求項17記載の発光デバイス。
19. 蛍光ストライプをLEDからの紫外出力で繰り返し走査する手段を具えることを特徴とする請求項18記載の発光デバイス。
20. 前記走査手段は前記LEDの行をスクリーンの背後でストライプに沿って繰り返し移動させる手段を具えることを特徴とする請求項19記載の発光デバイス。
21. 前記走査手段は前記LEDの行とスクリーンとの間に位置する光学走査手段を具えることを特徴とする請求項19記載の発光デバイス。
22. 個々にアドレスしうる画素の2次元アレイを具え、各画素は紫外発光LED

を具え、少なくともいくつかの画素は紫外励起可視光放射蛍光体を具えることを特徴とするディスプレイデバイス。

23. 画素がR、G、Bトリプレットの反復パターンに配置されていることを特徴とする請求項22記載のディスプレイデバイス。

24. R画素に対応するLEDが赤蛍光体の層で被覆され、G画素に対応するLEDが緑蛍光体の層で被覆されていることを特徴とする請求項23記載のディスプレイデバイス。

25. B画素に対応するLEDが青蛍光体の層で被覆されていることを特徴とする請求項24記載のディスプレイデバイス。

26. アドレスしうるLED-蛍光体デバイスのマトリクスアレイからなることを特徴とするランプ。

27. 個々にアドレスしうる紫外発光LEDのアレイと、各々1つのLEDと関連する蛍光素子のアレイとを具え、各蛍光素子が関連するLEDにより励起されたとき少なくとも第1及び第2の色の1つの色で発光する発光デバイスの製造方法において、

(a) LEDアレイ上に蛍光体/フォトリソスラリー配合物の層を堆積するステップと、

(b) 第1の蛍光色と関連する第1組のLEDをアドレスして前記層を紫外光に選択的に露光し、前記層を選択的に不溶性にするステップと、

(c) 前記層を溶剤に接触させて前記層のまだ可溶性の部分除去するステップと、

(d) 前記ステップ(a)、(b) 及び(c) を第2の蛍光色に対し繰り返すステップとを具え、

これらのステップにより第1及び第2の色の蛍光素子のパターンをLEDによる前記層の露光パターンに従ってLED上に残存させることを特徴とする発光デバイスの製造方法。

28. 個々にアドレスしうる紫外発光LEDのアレイと、各々1つのLEDと関連する蛍光素子のアレイとを具え、各蛍光素子が関連するLEDにより励起されたとき少なくとも第1及び第2の色の1つの色で発光する発光デバイスの製造

方法において、

- (a) LEDアレイ上にフォトリソ組成物の層を堆積するステップと、
- (b) 第1の蛍光色と関連する第1組のLEDをアドレスして前記層を紫外光に選択的に露光し、前記層を選択的に不溶性にするステップと、
- (c) 第1の色の蛍光体粒子を前記層に付着させるステップと、
- (d) 前記層を溶剤に接触させて前記層のまだ可溶性の部分除去するステップと、
- (e) 前記ステップ(a)、(b) 及び(c) を第2の蛍光色に対し繰り返すステップとを具え、

これらのステップにより第1及び第2の色の蛍光素子のパターンをLEDによる前記層の露光パターンに従ってLED上に残存させることを特徴とする発光デバイスの製造方法。

【発明の詳細な説明】

紫外発光ダイオード及び紫外励起可視光放射蛍光体を含む
可視発光ディスプレイ及び該デバイスの製造方法

発明の背景

本発明は、ディスプレイ及びランプのような発光デバイスに関するものであり、特に蛍光体を含むこのようなデバイスに関するものである。

けい光表示スクリーンを用いる最も広く知られている表示デバイスはテレビジョンやコンピュータモニタに使用されているカラー陰極線管であろう。使用されている蛍光体は陰極ルミネッセンス、即ち管のネック部内の電子銃からの陰極線により励起しうるものである。陰極線の可視光への変換はかなり強いエネルギーを必要とし、代表的には20～30 kVの動作電圧が使用されている。更に、この変換は管の密封ガラス容器により維持した心空中で行う必要がある。

用途を広げるために、慣例の陰極線管を平坦化する試みがなされている。しかし、これまでに最も成功したフラットディスプレイデバイスの実現例は液晶ディスプレイ(LCD)である。LCDは、低エネルギー消費であるとともに真空環境を必要としないために、携帯コンピュータや、時計、電卓及び計器パネルのような他の専用表示目的に広く使用されている。

しかし、LCDにも欠点がある。例えば、LCDコンピュータスクリーンの、色、輝度及びコントラストのような表示特性は視野角に依存するが、蛍光スクリーンの表示特性はこのような角度依存性を有しない。

蛍光体を含むランプも既知である。例えば、慣例の蛍光ランプはランプのガラス容器の内表面上に紫外励起蛍光体の被膜を有する。点灯中、ランプ内のHgが紫外線を放出し、この紫外線が蛍光体被膜から可視光を放射させる。しかし、CRTと同様に、このようなランプも紫外放出に好適な環境(Hg蒸気)を維持するためにガラス容器を必要とする。

LEDからの可視(青色)光をLEDに結合した蛍光スクリーンにより増強するようにした発光デバイス(特願平7-176794号の抄録)又はLEDから

の可視(青色)光をLEDをカプセル封止する合成樹脂内に含浸させた蛍光染料

により増強する発光デバイス（特願平5-152609号の抄録）が既知である。

特願昭62-189770号の抄録に記載された表示デバイスは赤外発光LEDと、赤外線を可視光に変換する蛍光層とを含む。このような長波長-短波長エネルギー変換は効率が非常に悪い。

発明の目的及び概要

従って、本発明の目的は、エネルギー効率のよい蛍光体に基づく発光デバイスを提供するにある。

本発明の他の目的は、動作のために真空環境を必要としないこのような発光デバイスを提供することにある。

本発明の更に他の目的は、フラット又は薄い断面を有するこのような発光デバイスを提供することにある。

本発明の更に他の目的は、上述の目的の少なくとも一つを満足するカラー表示デバイスを提供することにある。

本発明の更に他の目的は、上述の目的の少なくとも一つを満足するランプを提供することにある。

本発明の第1の特徴によれば、1つ以上の紫外励起可視光放射蛍光体からなる蛍光スクリーンと、該蛍光スクリーンからの可視光放射を励起する紫外線源とを具える可視発光デバイスにおいて、前記紫外線源がGaNを主成分とする少なくとも1つの発光ダイオード(LED)又はレーザからなることを特徴とする。

本発明の一実施例では、LEDを単結晶基板上の多層エピタキシャル構造とし、該構造は基板上の第1導電型の第1のGaN接点層と、該接点層上の第1導電型の第1の $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ クラッド層と、該第1のクラッド層上の $\text{Al}_y\text{Ga}_{1-y}\text{N}$ の活性層と、該活性層上の第2導電型の第2の $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ クラッド層と、該第2のクラッド層上の第2導電型の第2のGaN接点層と、該第2の接点層の表面上の上部金属接点層とを具える。

本発明の好適実施例では、第1導電型はn型、第2導電型はp型であり、第1の接点層はn+型GaNであり、第1のクラッド層はn型の $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ であり、第2のクラッド層はp型の $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ であり、第

2の接点層はp+型GaNである。

活性領域はシングル量子井戸構造又はマルチ量子井戸構造とすることができる。基板をサファイヤ、炭化シリコン又は酸化亜鉛のような、可視光に対し透過性の材料からなるものとし、蛍光スクリーンを基板の上に、又は基板に隣接して設ける。また、上部金属接点層を可視光に対し透過性にし、蛍光スクリーンをこの上部接点層の上に、又はこの上部接点層に隣接して設けることもできる。

本発明の好適実施例では、LEDは、一方のクラッド層とその接点層との間に位置する少なくとも1つの分布型ブラッグレフレクタ(DBR)領域により構成される共振空洞(RC)を含むものとする。第2のDBR領域を他方のクラッド層とその接点層との間に位置させることができる。変形例では、上部金属接点層として反射性金属層を用いる。2つの反射表面間の距離が共振空洞の幅を決定する。代表的には、この幅を約 $\lambda/2n$ とし、活性領域を空洞の波腹に位置させる。

本発明の他の特徴によれば、発光デバイスがディスプレイデバイスであって、その蛍光スクリーンが蛍光素子のアレイを具え、該アレイが、該アレイを表示信号に従って紫外光で走査するLEDの行により光ポンピングされることを特徴とする。走査はLEDの行を移動させることにより、又は回転プリズムのような光学走査手段を用いて達成することができる。

本発明の他の実施例では、ディスプレイデバイスを個々にアドレスしうるLED-蛍光体デバイスのマトリクスアレイで構成する。

本発明の更に他の特徴は、アドレスしうるLED-蛍光体デバイスのマトリクスアレイでランプを構成することにある。

図面の簡単な説明

図1は蛍光体をLEDの上面に設けた本発明のLED-蛍光体構造の一実施例の断面図であり、

図2は蛍光体をLEDの下に基板上に設けた本発明のLED-蛍光体構造の他の実施例の断面図であり、

図3はLEDが共振空洞を含む点を除いて図1と同一のLED-蛍光体構造の更に他の実施例の断面図であり、

図4はLEDが共振空洞を含む点を除いて図2と同一のLED-蛍光体構造の

更に他の実施例の断面図であり、

図5はカラー蛍光素子のスクリーンを走査するLEDの行で走査するカラーディスプレイデバイスの一実施例の概略図であり、

図6は、LEDの行を固定し、スクリーンを光学的に走査する点を除いて図5のものと同一のカラーディスプレイデバイスの他の実施例の概略図であり、

図7は個々にアドレスしうるLED-蛍光体画素のマトリクスからなるカラーディスプレイデバイスの更に他の実施例の概略図であり、

図8A~8Gは図7のデバイスの画素行の製造工程を示す断面図であり、

図9は図7のマトリクスディスプレイの一部分の回路図であり、

図10は図4のLED構造の底部及び上部DBR層の構造を示す断面図であり、

図11は単一の紫外発光LEDとx, y走査光学系を用いて蛍光スクリーンを走査する本発明のカラー投射システムの更に他の実施例の概略図を示し、

図12は3行のLEDを用いる図5のカラーディスプレイデバイスの変形例の概略図である。

好適実施例の説明

GaNを主成分とする(InAlGaN)発光ダイオード(LED)をどのようにに蛍光体の光ポンピング用紫外線源として用いて可視域内のディスプレイ及び照明に使用するかについて以下に詳細に説明する。

この紫外LED-蛍光体デバイスはGaNを主成分とする簡単なLEDを必要とし、このLEDは代表的には363nmを中心にピークを有するとともに可視域内へと裾をひく広い発光スペクトルを有する。そのすそ部分は可視域蛍光体の光ポンピングには有用ではない。これがため、マイクロ空洞(ここでは時々共振空洞と称す)をLED内の導入して発光帯域の幅を狭めてピーク発光を高めることができる。

図1は簡単な構造の紫外LED/蛍光体デバイス10の断面を示す。例えばサファイヤ、炭化シリコン又は酸化亜鉛の単結晶基板12上に、n+型GaNのエ

ピタキシャルバッファ／接点層14を設ける。このバッファ層上にLED構造を設け、このLED構造は順に次のエピタキシャル層：n型AlGaInの下部クラッド層16、i型GaInの活性領域18、及びp型AlGaInの上部クラッド層

20を含む。このLED構造上に、p+型GaIn接点層22、例えばAu／Ni合金の半透明金属接点層24を設け、接点層24上の電圧電極26及び紫外励起蛍光体の蛍光層28を設ける。LED構造の両側のバッファ／接点層14上に例えばAlのメタライゼーション層30及び34を設ける。層30は接地電極32を経て接地を与え、層34はアドレス電極として作用する。

紫外線に対するその透明性を向上させるために、接点層22又はメタライゼーション層24の上面上に反射防止膜を設けるのが好ましい。このような反射防止膜は、蛍光層内で発生した光がデバイス構造内へ後方散乱しないように、紫外域（例えば450nm以下）において低い反射率及び低い吸収率を有するとともに可視波長域（例えば450-650nm）において高い反射率及び低い吸収率を有するものをする必要がある。このような反射防止膜、例えば1／4波長積層（ブラッグ反射器）は公知であり、これについては説明の必要はないであろう。

動作状態において、紫外線が活性層18から大きな矢印で示すようにほぼ一方方向に放射され、半透明接点層24を通過して蛍光層28に衝突し、蛍光体から可視放射を励起する。蛍光放射は小さい矢印で示すようにランバート分布を有する。

図2は簡単な紫外LED／蛍光体デバイスの第2の実施例を示し、本例では蛍光層を例えば単結晶サファイヤ、炭化シリコン又は酸化亜鉛の紫外透明単結晶基板の底面に設ける。紫外線に対するその透明性を向上させるために、基板を比較的薄くし、例えば100ミクロン程度にするとともに、研磨し、且つ図1のデバイスの上面上に形成したタイプの反射防止膜をその底面に設ける。

基板42上にn+型GaInのエピタキシャルバッファ／接点層44を設ける。このバッファ層上にLED構造を設け、このLED構造は順に次のエピタキシャル層：n型AlGaInの下部クラッド層46、GaInの活性領域48、及びp型AlGaInの上部クラッド層50を含む。このLED構造上に、p+型GaIn接

点層52、金属接点層54及び電圧電極56を設ける。紫外励起蛍光体64を透明基板42の底面に設ける。基板は必要な機械的強度と両立させながら比較的薄く維持し、例えば100ミクロン程度に維持して紫外線に対するその透明性を最大にする。バッファ/接点層44はメタライゼーション層58を経て接地電極60により接地され、層62はアドレス電極として作用する。

上述のどちらの構造においても、活性層をシングル又はマルチ量子井戸構造にすることができるが、既知のように、マルチ量子井戸構造の方がハイパワー用に好適である。

共振空洞(RC)LED/蛍光体デバイスを図3に示す。このデバイス70は単結晶基板72上に、n+型Ga_{0.99}N接点層74、後部分布型ブラッグレフレクタ(DBR)層76を具える。一例では、380nmの共振波長に対し、このようなDBRは交互に高及び低屈折率の15以上の層を有し、高屈折率層はGa_{0.99}Nの層(r. i. = 2.65)であり、低屈折率層はAl_xGa_{1-x}N(ここでx=0.25)の層(r. i. = 2.4)であり、高屈折率層の厚さは約3585Åであり、低屈折率層の厚さは約396Åである。

このDBR層上に、n型AlGa_{0.99}Nの下部クラッド層78、Ga_{0.99}N、InGa_{0.99}N、又はAlGa_{0.99}Nの活性層80、p型AlGa_{0.99}Nの上部クラッド層82、第1(後部)DBR層76と類似の構造を有するが、この後部DBR層より層数を少なくすることにより達成される次の関係：

$$1 - R_{out} > 1 - R_{back}$$

に従って層76より大きな紫外線透過を有する第2の出力DBR層84を設ける。代表的には、後部DBR層の反射率は90%以上にするが、出力DBR層の反射率は60~70%の範囲にする。更に、これらのDBR層は次の条件：

$$2\alpha d \ll 1 - R_{out}$$

を満足させ(ここで、dは共振空洞の幅を決定するDBR層76及び84の内部反射表面間の距離、n及びαは空洞の屈折率及び吸収係数である)、共振のケンチングを阻止する。

出力DBR層84の上に、p+型Ga_{0.99}Nの上部接点層86、紫外半透明金属接

点層 88、及び蛍光層 90 を形成する。電極 92、94 及び 96 を設けてデバイス構造を完成させる。

距離 d は次の方程式：

$$\phi_{out}(\lambda) + \phi_{back}(\lambda) + 4\pi n d / \lambda = 2N\pi$$

により決定され、ここで N は整数（通常 1）、 $\phi_{out}(\lambda)$ 、 ϕ_{back} は出力ミラー及び後部ミラーでの反射時の位相変化、 λ は共振波長、 d 及び n は共振空洞の

幅及び屈折率である。

これらのミラーが DBR からなる場合には、DBR の第 1 の層（クラッド層と接触する層）を高屈折率層にすると、位相変化が無視しうる程度に小さくなり、また DBR の第 1 の層を低屈折率層にすると、位相変化が $\pi/2$ になる。

金属ミラーの場合には、位相変化は次の方程式：

$$\phi_m = \arctan(2nk_m / (n^2 - n_m^2 - k_m^2))$$

により決まり、ここで n_m 、 k_m はミラーの屈折率の実数部及び虚数部であり、 n は空洞の屈折率である。

本発明の LED 構造内にこのような共振空洞を存在させると、一層強い方向性放射（非ランバート放射）になり、共振波長において層表面に垂直方向の放射が著しく強くなるとともに、垂直方向からの放射角のずれが大きくなるにつれて短波長へのシフトが生ずる。

RCLED の放射ビームの方向性は、小口径の収束光学系の使用を可能にするという他の利点を有する。

蛍光層を上部接点層上に堆積する図 3 に示す構成の変形例として、蛍光層を紫外透明基板の底面に堆積し、後部及び出力 DBR 層の位置を逆にすることもできる。

他の共振空洞構造の例 100 を図 4 に示す。この構造は、紫外透明基板 102 上に組み立てられ、最初に AlGaIn の $n+$ 接点層 104 を形成し、その上に出力 DBR 106、 n 型 InGaIn の下部クラッド層 108 を形成し、次に活性層 110 及び p 型 InGaIn の上部クラッド層 112 を形成する。層 112 の上に、上部 DBR 層 114 及び $p+$ 型 AlGaIn の上部接点層 116 を形成する。上

部金属接点118及び電極124及び126を設けて構造を完成させる。

図4のデバイスの底部及び上部DBR層106及び114の個々のサブ層を図10に示す。これらのDBR層は交互に高及び低屈折率のサブ層からなる。これらのDBR層の反射率はサブ層の数及び高及び低屈折率サブ層間の屈折率の差により決まる。DBR層に好適な高屈折率材料は Si_3N_4 , MgO , TiO_2 , MgF_2 , HfO_2 , Ta_2O_5 及び ZnS を含み、好適な低屈折率材料は SiO_2 , Al_2O_3 , CaF_2 及び HfF_4 を含む。層114は SiO_2 (r. i.

=1.56) の12のサブ層と Si_3N_4 (r. i. =2.09) の11のサブ層を交互に含み、各サブ層は $1/4\lambda$ の厚さを有する。出力DBR層106は $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ (r. i. =2.7) の5つのサブ層と $\text{Al}_y\text{Ga}_{1-y}\text{N}$ (r. i. =2.3) の4つのサブ層を交互に含み、各サブ層は $1/4\lambda$ の光学的厚さ nd を有する。380nmの λ に対し、後部DBRの高及び低屈折率層の厚さはそれぞれ455Å及び609Åであり、出力DBRの高及び低屈折率層の厚さはそれぞれ352Å及び413Åである。

他の構成では、後部DBR114を除去し、その代わりに上部金属接点層116の下部反射表面により共振空洞の後部反射面を定めることができる。このような金属ミラーの反射率は反射光の入射角に依存しないとともに、隣接層への良好な電氣的接触をもたらす。アルミニウムは特に良好な紫外反射材料である。

この構成の他の利点は、p+接点層118の再生長により共振空洞の長さ d を変化させることにより構造を最大出力に同調させることができる点にある。

蛍光層をLED構造上に直接堆積する代わりに、蛍光層を別の基板に堆積し、LEDを近接配置し、LEDで蛍光層を光ポンピングさせることができる。このようにLEDと蛍光層との結合を分離すると、表示窓のような基板上の種々のカラー蛍光体のアレイを移動するLED又はLEDアレイにより走査し、LED出力の強度を表示信号、例えばビデオ信号により制御することにより、マルチカラーデバイスを構成することができる。このような構成の主な利点は、所望の各色の発光用に異なるLED構造を製造する必要なしにマルチカラーディスプレイを得ることができる点にある。この場合には、LEDアレイを同一デバイスのアレ

イにすることができ、このアレイは単一基板上に同時に形成することができる。

カラーディスプレイ用のこのような構成の一例200を図5に模式的に示し、本例では蛍光表示スクリーン210が紫外線励起時にそれぞれ赤色、緑色及び青色で発光する蛍光体の垂直方向ストライプのR、G、Bトリプレット212、214、216の反復パターンからなる。紫外線励起放射は紫外発光LED又はレーザの水平行218から供給され、R、G、BによりこれらのLEDが励起する特定の蛍光体ストライプを識別してある。即ち、LED220がストライプ212を、LED222がストライプ214を、LED224がストライプ216をそ

れぞれ励起する。図5から明らかなように、LED行は表示スクリーン210上の水平行226として示すように、各ストライプの一部分のみを励起する。この行はディスプレイの1つの画素行を構成する。他の行を励起するには、LED行を表示信号と同期してスクリーンに沿って矢印で示すように垂直方向に移動させる。LEDによる表示スクリーンの走査時に表示入力信号230により個々のLEDの紫外出力の強度を制御して、フルカラー表示を発生させる。

単一行のLEDの代わりに、複数行（例えば3行）を用いてスクリーンを走査することができる。図12に3つのLED行218a、218b及び218cに対し示すこのような構成においては、蛍光素子の行226に対するアドレス期間中に、各LED行を同一の信号情報で、時間的に遅延して順にアドレスする。例えば行218cを最初にアドレスし、次に行218bをアドレスし、最後に行218aをアドレスする。例えば画素Rが列C1の3つのLEDにより照射され、画素Gが列C2の3つのLEDにより照射され、以下同様にして、各画素が各行アドレス期間中に同一の表示情報で連続的に3回照射され、その結果として表示画像の解像度を犠牲にすることなく表示の明るさが3倍に増大する。

本発明のカラーディスプレイデバイスの他の実施例300を図6に示す。このデバイスは図5に示すデバイスに類似し、垂直蛍光体ストライプのトリプレット(312、314、316)からなる蛍光スクリーン310と、このスクリーンを表示入力信号330に従って紫外線で励起するLED(320、322、324)の行318とを有する。しかし、図5のデバイスのようにスクリーンを垂直

方向に行走査する代わりに、LED行を固定し、励起紫外線を表示信号と同期して軸Aを中心に矢印の方向に回転する回転プリズム326により光学的に走査させる。

投映ディスプレイ用の走査システムの他の実施例を図11に示す。この実施例では、単一の紫外発光LED又はレーザ610を用い、LED610からの紫外光をレンズ612によりビームに収束させ、軸Aを中心に回転するプリズム614に供給してビームを蛍光スクリーン618上でx方向に走査させる。しかし、スクリーン618に衝突する前に、ビームを軸A'を中心に回転するミラー616から反射させてビームをスクリーン618上でy方向に走査させる。

本発明を用いてカラーディスプレイデバイスを達成する他の方法として、種々のカラー蛍光体の層を紫外発光LEDのアレイの出力側、例えば上部半透明電極表面に直接堆積する方法がある。

本発明のこのようなカラーディスプレイデバイス400を図7に示す。この実施例では、個々にアドレスしうるR、G、B画素(404、406、408等)の2次元マトリクス402を、入力信号源414から表示情報を受信する行及び列ドライバ410及び412を用いて、慣例のライン順次式に駆動する。

各画素は、InGaNの活性領域を有する紫外発光LEDからなり、これらのLEDを紫外励起可視発光蛍光体の層で被覆する。

このようなマトリクスディスプレイ上に蛍光体パターンを製造する多くの可能な技術の一つの種々の製造段を図8A~8Fに1つの画素行の断面図で示す。この方法は特に有利なプロセスであり、以下の記載から明らかになるように、セルフアライメントである。

図8Aにおいて、基板500が図1のLEDの構造又は図3のRCLEDの構造に類似する同一の構造を有するLED502、504、506の行を支持する。これらのLED上に、赤蛍光体/フォトレジストスラリー配合物の層508を堆積する。この配合物内のフォトレジスト成分は紫外光線に露光されると不溶性になる。層508をディスプレイの赤画素に対応するLEDの駆動により紫外光に選択的に露光させ、これらのLEDを被う層を不溶性にする。次にこの層を現

像し、即ちこの層の非露光部分を溶剤で除去して”赤”LED上に赤蛍光層510を残存させる。次にこの処理を緑画素に対し繰り返し、アレイを緑スラリー配合物512で被覆し、緑画素に対応するLEDを選択的に駆動してフォトレジストを選択的に不溶性にし、現像してまだ可溶性の部分除去し、”緑”LED上に緑蛍光層514を残存させる。最後に、この処理を”青”LEDに対し繰り返し、青スラリー被覆516を用いて”青”LED上に青蛍光層518を残存させる。

LEDの発光スペクトルは、それらの設計に依存して、紫外域から可視スペクトルの青域まで広げることができる。この場合には、LEDは紫外発光に加えて若干の青色発光を有するため、青LEDは図8Gに示すように何も被覆しないままにすることもできる。

上述のスラリー被覆技術の代わりに、LEDをいわゆるダスティング技術により被覆することができ、この技術では紫外感応フォトレジストをLEDアレイ上に被覆し、次にこの被覆の選択部分を露光して不溶性にする。この露光工程はフォトレジスト表面を粘着性にもする。この粘着性の段階において被覆に蛍光粒子の乾燥粉末を散布し、これらの粒子を粘着表面に付着させる。次に、この被覆を非露光部分を洗い流して現像する。

上述のプロセスにおいて紫外感応フォトレジストを使用すると、LED素子の選択的駆動により選択的露光が可能になる。これはアドレス回路の製造を必要とするとともに蛍光体被覆の前にこのアドレス回路を行及び列ドライバに相互接続する必要があること勿論である。代表的な駆動方法の概略図を図9に示す。図9にはマトリクスアレイの4つの列X1, X2, X3, X4と4つの行Y1, Y2, Y3, Y4と、これらの行及び列に相互接続されたLEDのアレイが示されている。信号IFを行及び列に選択的に供給することにより、任意の1つのLED又は一行又は一列のLED、又は他の組合せのLEDを同時に駆動することができる。

本発明のデバイスに使用しうる代表的な紫外励起蛍光体は、

赤 $\text{YO}_2\text{S}_2 : \text{Eu}$

緑 $\text{ZnS} : \text{Cu}, \text{Ag}$

青 $\text{BaMgAl}_{10}\text{O}_{17} : \text{Eu}$

である。

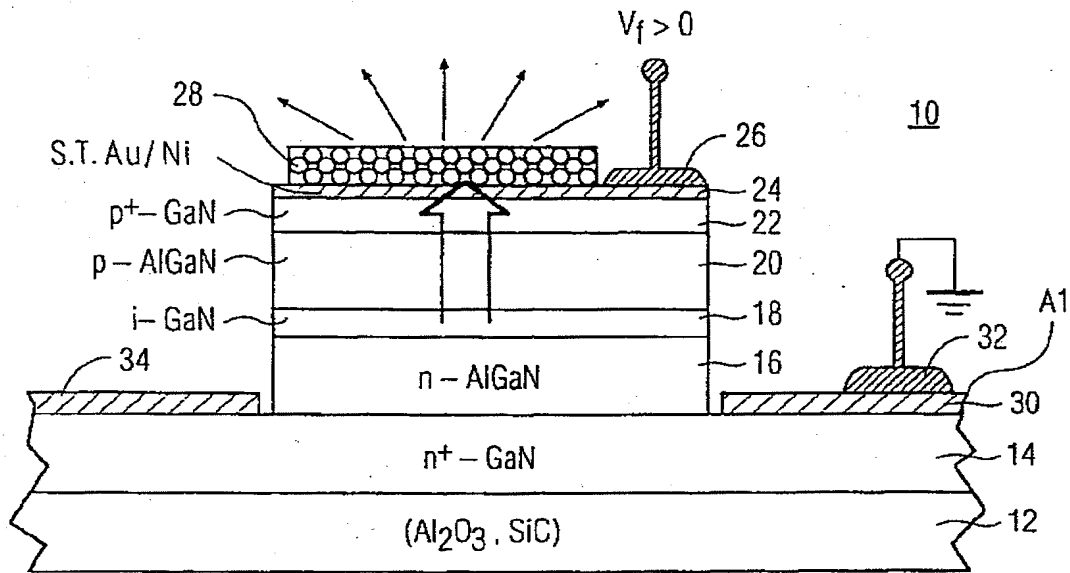
カラーマトリクスディスプレイの画像は直接観ることもでき、また投映光学系を用いて壁又はスクリーンに投映することもできる。

上述のカラーマトリクスディスプレイでは、種々の画素を個々に且つ選択的にアドレスしてビデオ画像のようなカラー表示を発生させる。しかし、すべての画素を同時に駆動すれば、このデバイスは個々のR、G、B素子のカラー座標及び強度により決まる色温度を有する白色光を発生するランプになる。更に、個々のカラー素子の強度並びに組成及び混合を変えることにより色温度を調整することができる。このようなランプも本発明の範囲に含まれること勿論である。

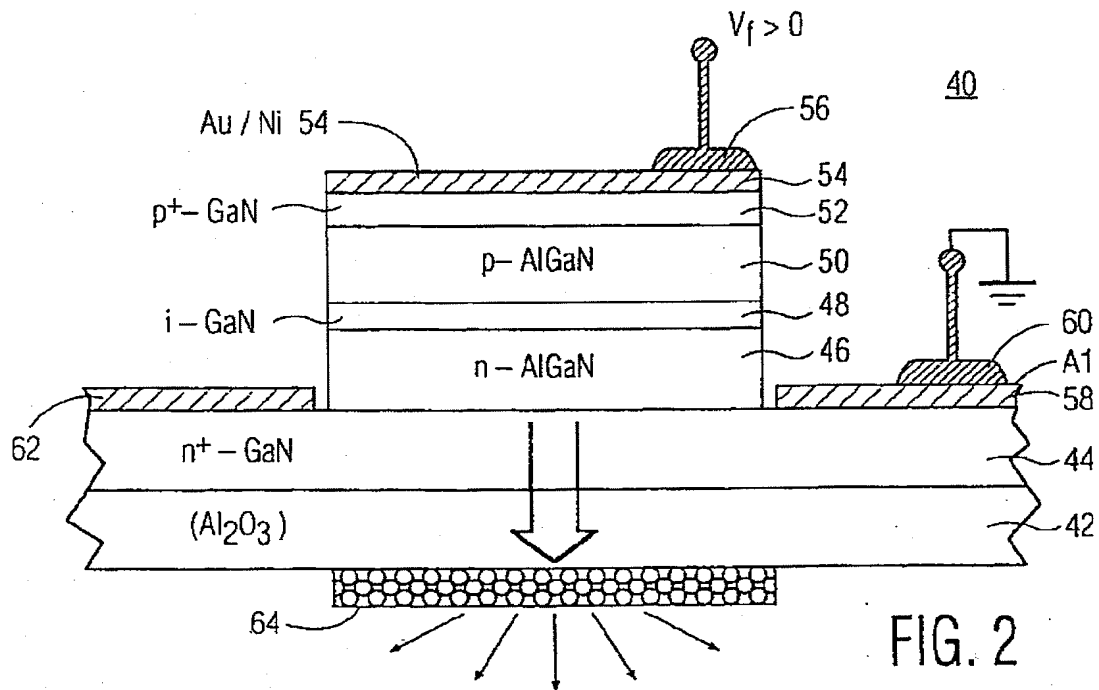
或いは又、このようなランプはLEDアレイの選択LEDの逐次駆動により異なる色の光を高速シーケンスで発生することもできる。例えば、全ての赤LEDを、次に全ての緑LEDを、次に青LEDを駆動することにより赤、緑及び青の光を交互に発生する光源が得られ、この光源は液晶ディスプレイのようなライトバルブと組み合わせてバックライトとして使用してフレーム順次カラーディスプレイシステムを構成するのに有用である。既知のように、このようなシステムはカラー表示信号の赤、緑及び青色成分のフレーム順次表示に基づくものであり、フレーム周波数は観察者がこれらの成分をフルカラー表示画像に積分する周波数とする。

本発明を限られた数の実施例について説明したが、当業者によれば他の実施例及び変形例が明らかであり、請求の範囲に記載するように、本発明はこれらも本発明の範囲内に含むものである。

【図 1】



【図 2】



【图3】

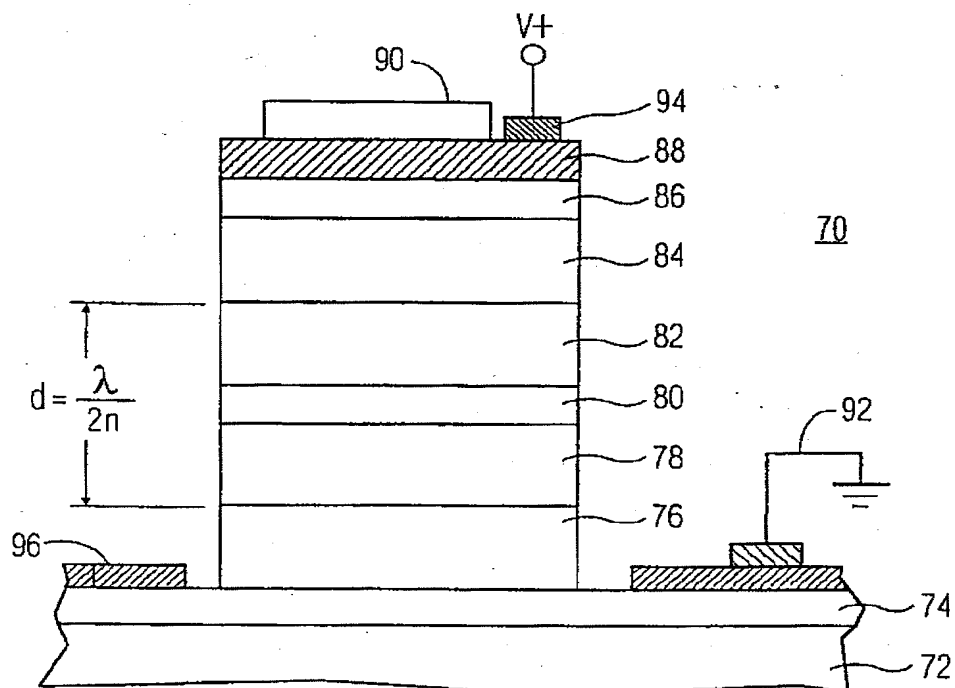


FIG. 3

【图4】

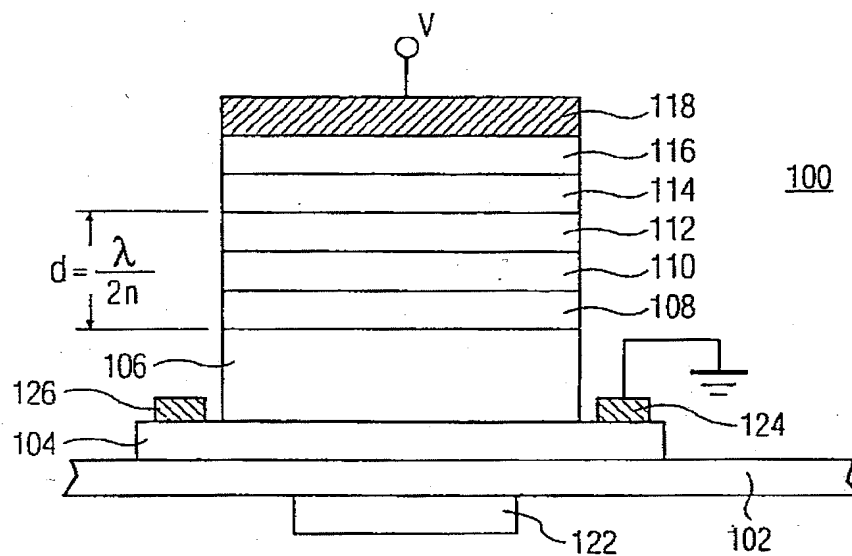


FIG. 4

【図5】

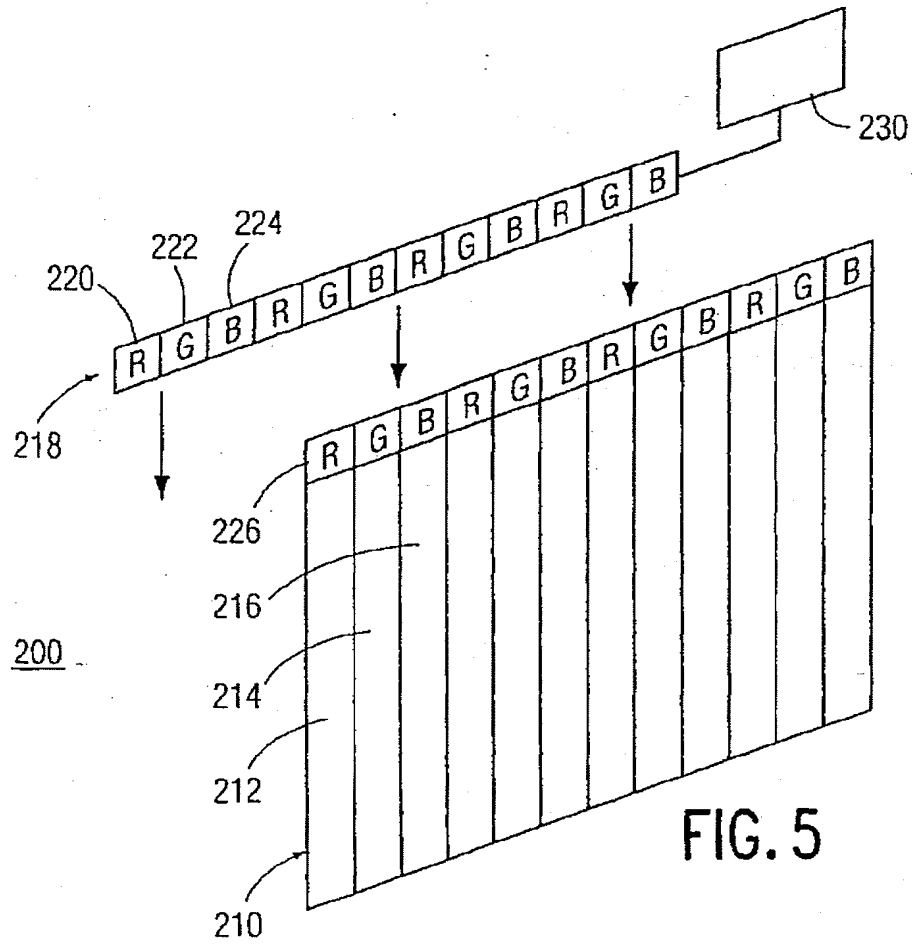


FIG. 5

【図12】

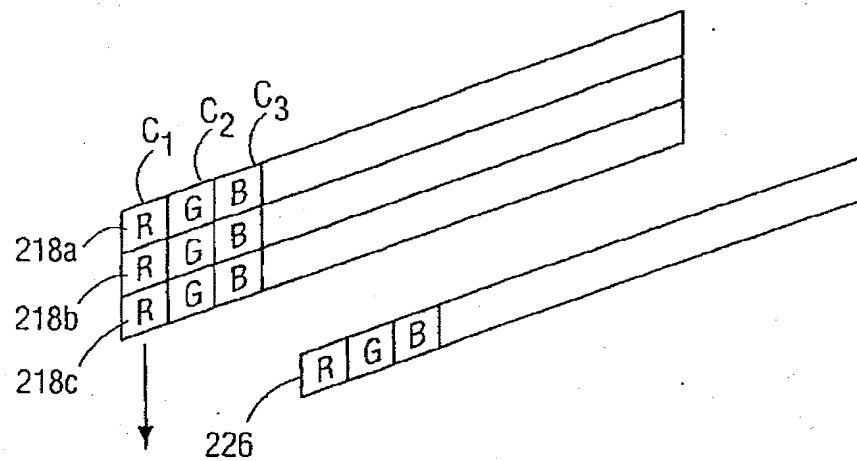


FIG. 12

【図6】

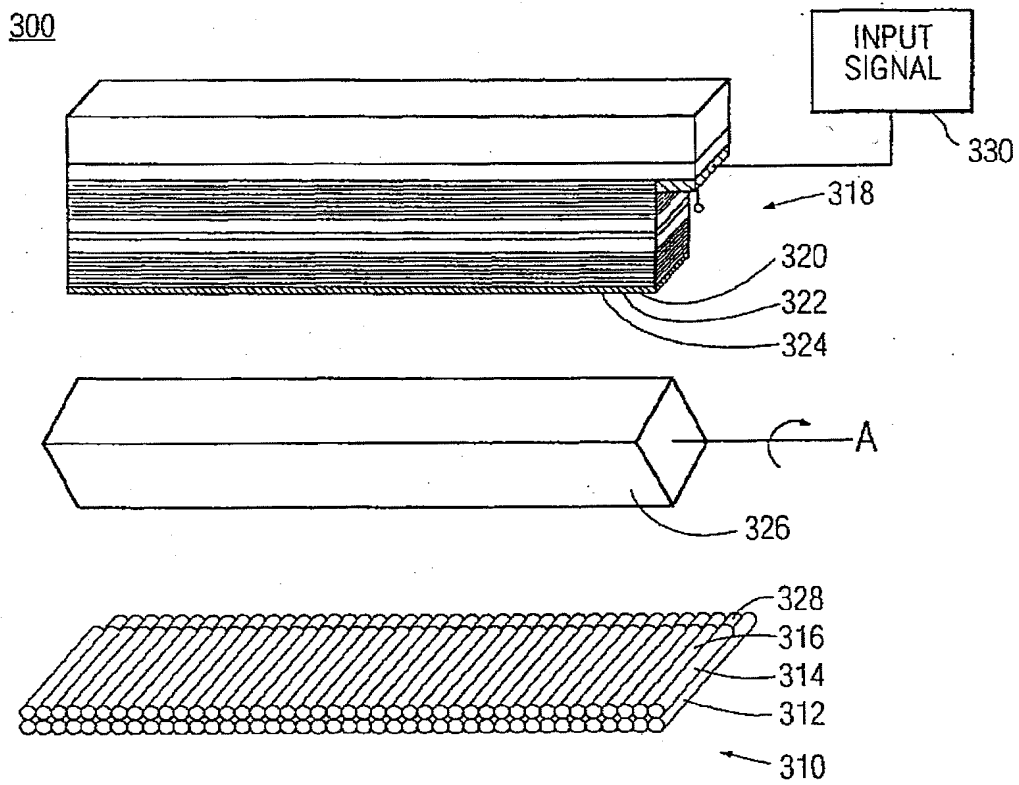


FIG. 6

【図7】

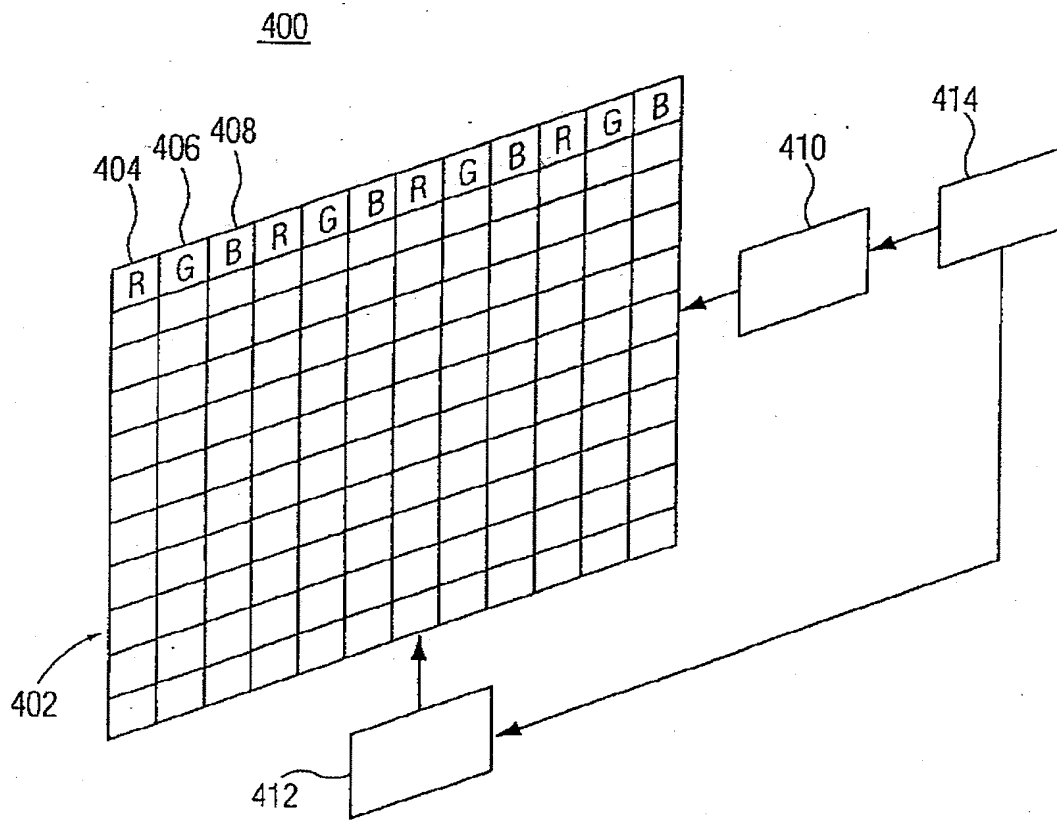


FIG. 7

【図8】

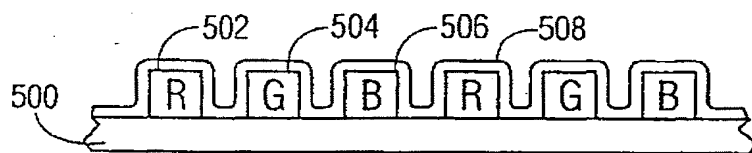


FIG. 8A

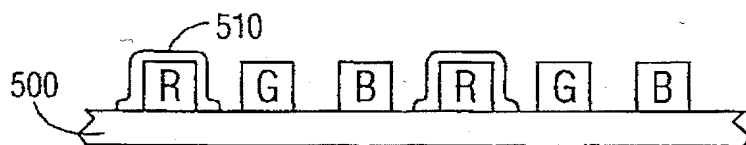


FIG. 8B

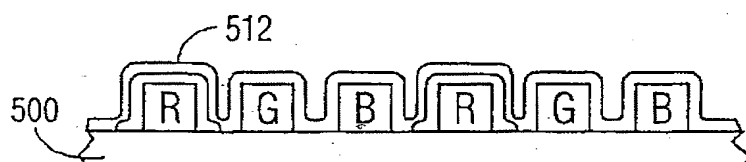


FIG. 8C

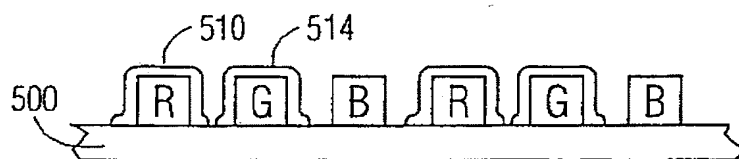


FIG. 8D

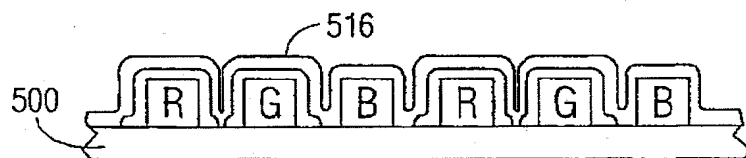


FIG. 8E

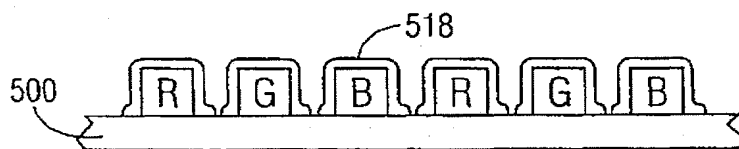


FIG. 8F

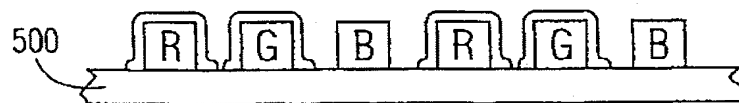


FIG. 8G

【图9】

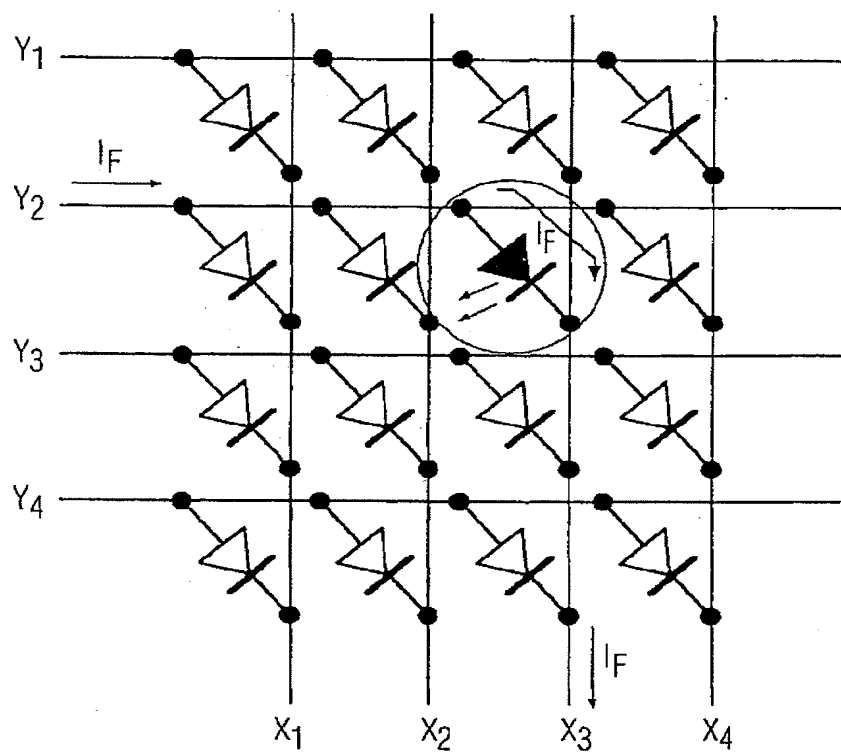


FIG. 9

【図10】

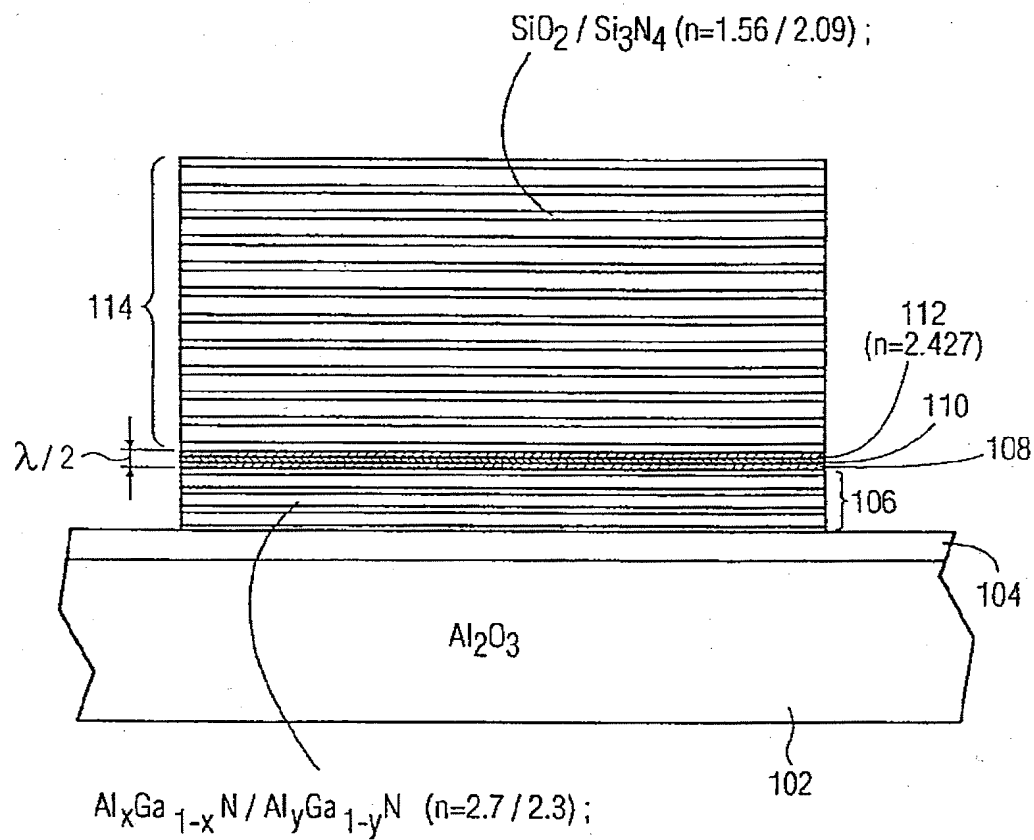


FIG. 10

【図11】

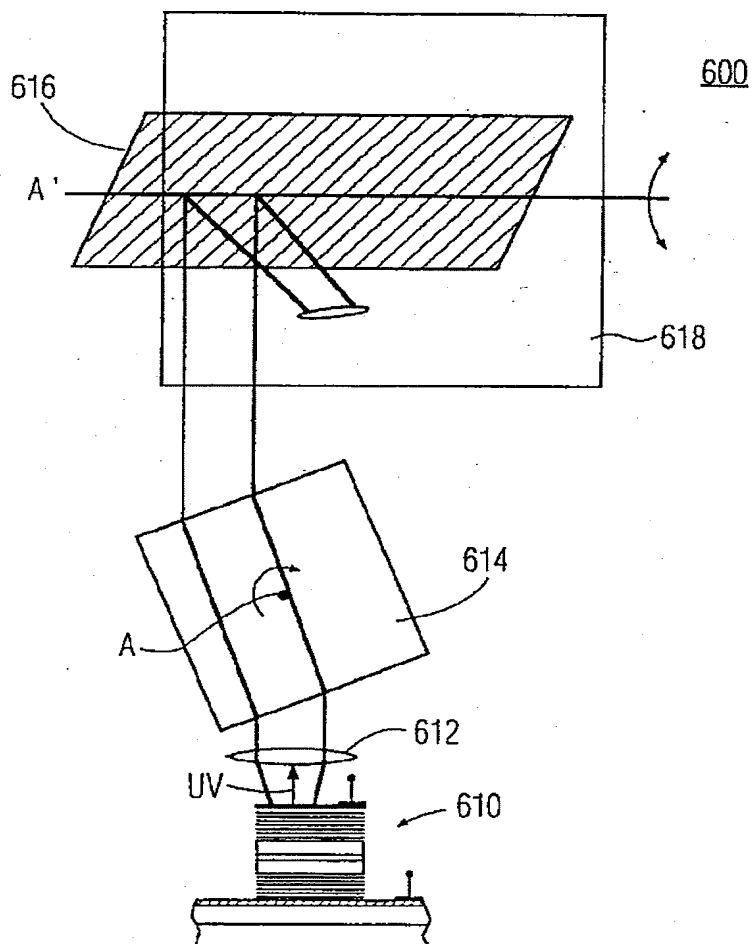


FIG. 11

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/IB 97/00606

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
IPC6: H01L 33/00, H05B 35/00, H01L 21/329, H01L 21/82 // H01J 43/00 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)		
IPC6: H01L, H01J		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
SE,DK,FI,NO classes as above		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
DIALOG 350,351		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	Patent Abstracts of Japan, Vol 95, No 10 abstract of JP 7-176794 A (NICHIA CHEM IND LTD), 14 July 1995 (14.07.95)	1-28
A	Patent Abstracts of Japan, Vol 17, No 542, E-1441 abstract of JP 5-152609 A (NICHIA CHEM IND LTD), 18 June 1993 (18.06.93)	1-28
A	US 5025166 A (YUKITAKA MIYATA ET AL), 18 June 1991 (18.06.91), figure 4, abstract	1-28
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "A" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search		Date of mailing of the international search report
8 January 1998		12 -01- 1998
Name and mailing address of the ISA/ Swedish Patent Office Box 5055, S-102 42 STOCKHOLM Facsimile No. +46 8 666 02 86		Authorized officer Pär Moritz Telephone No. +46 8 782 25 00

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/IB 97/00606

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	Patent Abstracts of Japan, Vol 12, No 35, E-579 abstract of JP 62-189770 A (INABA FUMIO), 19 August 1987 (19.08.87)	1-28
A	GB 2118803 A (BRITISH BROADCASTING CORPORATION), 2 November 1983 (02.11.83), see the whole document	1-28
A	US 3593055 A (JOSEPH E. GEUSIC), 13 July 1971 (13.07.71), figures 1-3, abstract	1-28

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
 Information on patent family members

02/12/97

International application No.

PCT/IB 97/00606

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5025166 A	18/06/91	CN 1013720 B	28/08/91
		CN 1044733 A	15/08/90
		DE 69007504 C,T	14/07/94
		EP 0381442 A,B	08/08/90
		JP 2204936 A	14/08/90
GB 2118803 A	02/11/83	NONE	
US 3593055 A	13/07/71	BE 748882 A	16/09/70
		DE 2018318 A	12/11/70
		FR 2043402 A	12/02/71
		GB 1284659 A	09/08/72